مجله پژوهش های معاصر در علوم و تحقیقات
سال چهارم، شماره ۴۱، آذر ۱۴۰۱
ISSN: ۲۶۷۶-۵۷۶٤
www.jocrisar.ir

ارزیابی ریسک محیط زیستی گودال های آتش چاه‌های نفت میدان نفتی یاران شمالی در تالاب هورالعظیم به روش Bow- tie

آنوش سادات امینی نسب[۱]، رسول رحیمی آلوقره[۲].

۱- استادیار موسسه آموزش عالی مهر اروند آبادان

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی ایمنی-بهداشت و محیط زیست، موسسه آموزش عالی مهر اروند آبادان (نویسنده مسئول)

چکیده

این پژوهش جهت ارزیابی ریسک محیط زیستی گودال های آتش چاه های نفت میدان نفتی یاران شمالی در تالاب هورالعظیم به روش Bow- tie در سال ۱۴۰۰ انجام گرفت. Bow-tie از روش‌های مفید در حوزه مدیریت ریسک می‌باشد که ایده اولیه آن در دانشگاه کوئینزلند استرالیا و توسط هازن در سال ۱۹۷۹ ارائه شده است. در این پژوهش ابتدا خطرات ناشی از وجود گودال‌های آتش میدان نفتی یاران شمالی شناسایی شد، سپس خطرات وجود چاله‌های آتش به روش Bow-tie تجزیه و تحلیل گردید. خطرات در مرکز نمودار Bow-tie، علل بروز خطرات و موانع بروز خطرات در سمت چپ، و پیامد خطرات چاله‌های آتش و اقدامات کنترلی در سمت راست نمودار Bow-tie وارد شده و در نهایت برای تجزیه و تحلیل علل وقوع خطرات از روش آنالیز Bow-tie استفاده شد. ارتباط بین فعالیت- تهدید و پیامد نشان دهنده آن بود که بیشترین پیامد مربوط به شکستگی دیواره‌های چاله آتش(مرگ ماهیان و سایر جانداران آبزی، کاهش زیباشناختی تالاب به دلیل سواحل آلوده، آلودگی آب های زیر زمینی، مرگ پرندگان آبزی و کنار آبزی، کاهش منابع ماهیگیری، کاهش تنوع و زادآوری گونه‌های جانوری، تغییر زیست گاه و ممانعت از کلونی سازی جانوری و تهدیدات انسانی به دلیل آلودگی محصولات غذایی) و بیشترین تهدیدها مربوط به آتش سوزی چاله‌های آتش (صاعقه، عدم رعایت دستورالعمل ها و مقررات استانداردها، عدم مهارت نیروی انسانی، عدم رعایت فاصله ایمن با چاله آتش و اعمال خرابکارانه و تروریستی) بود. نتایج نشان داد استفاده از نرم افزار Bow Tie Pro™ یک روش مناسب برای تحلیل ریسک محیط زیستی در مدیریت چاله‌های آتش میدان نفتی یاران شمالی است و این روش تحلیل ریسک می‌تواند برای جلوگیری از تهدیدات و کاهش پیامد حوادث مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: Bow-tie، ارزیابی ریسک، هورالعظیم، یاران شمالی، میدان نفتی

۱. مقدمه

مدیریت ریسک با تکنیک پاپیونی (Bow-tie) از مؤثرترین روش های گرافیکی است که طی آن ارتباط بین تمام عوامل مرتبط با فرایند خطر نشان داده می شود.. همچنین ارتباط تمامی مؤلفه ها در تحلیل عوامل بالقوۀ آسیب رسان با اقدامات کنترلی، فعالیت ها و وظایف بحرانی به طور کامل بررسی می شود [۱]. در هر عملیات حفاری مقداری زیادی پساب و کنده حاصل از عملکرد مته در چاه تولید می شود. همچنین جامداتی که از دستگاه های کنترل جامدات دفع می شوند مجسمه قابل ملاحظه ای را به خود اختصاص می دهند اما در این میان باید توجه داشت که همواره پساب حاصل از عملیات حفاری حاوی مقادیر زیادی مواد نفتی می باشد که در صورت پخش شدن در محیط قادر به ایجاد مشکلات عدیده ای در محیط و بروز آثار مخرب زیست محیطی خواهند بود[۲]. در پژوهشی دیگری کاظمی و همکاران (۱۴۰۰) شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک بخش‌های مختلف پالایشگاه گاز ایلام با استفاده از رویکرد تلفیقی روش‌های Bow-tie و FMEA مورد بررسی قرار دادند. بر اساس Bow-tie فعالیت رهایش و آزادسازی گاز هیدروژن سولفید (H2S) به‌عنوان رویداد اصلی معرفی گردید. عوامل نشتی و ترکیدگی مخزن، خوردگی و فرسودگی لوله‌ها و اتصالات، خطای انسانی، شرایط عملیاتی نامناسب و عوامل طبیعی در نقش تهدید، و همچنین صدمه به منابع انسانی و زیست محیطی و خسارات مالی به عنوان پیامد مشخص شدند. بر اساس FMEA، خطر نشتی و ترکیدگی مخزن بادو اثر صدمات انسانی و زیست محیطی در حیطۀ بحران زیاد (مهم) قرار گرفت و به عنوان مهم‌ترین خطر شناخته شد. نتایج این مطالعه نشان داد، استفاده از الگوی تلفیقی Bow-tie و FMEA می‌تواند به عنوان روش مناسبی برای انجام ارزیابی ریسک و شناسایی خطرات فرایندی در پالایشگاه‌های گاز باشد [۳]. قاعدی شرف و جباری (۱۳۹۹) پژوهشی با عنوان شناسایی خطرات و ارائه برنامه مدیریت ریسک HSE در واحد مجتمع اوره پتروشیمی‌شیراز با استفاده از روش Bow tleو Swot-ANP انجام دادند. ابتدا خطرات واحد مورد مطالعه با استفاده از روشFMEA شناسایی و آنالیز کیفی ریسک ها انجام گردید و واحدهای پرمخاطره مشخص شد. سپس رویدادهای مهم به عنوان ورودی روش Bow-Tie شناسایی و تجزیه و تحلیل گردید. نتایج نشان داد رویدادهای اصلی شامل نشت مواد شیمیایی، سقوط از ارتفاع و لیزخوردن می‌باشد و مهم ترین عوامل وقوع این رویدادها نقص در تجهیزات کنترلی، عدم توجه به دستورالعمل ها، عدم رعایت اصول ایمنی و خطای انسانی است. همچنین نتایج فرایند تحلیل شبکه ای نشان داد که فرصت های سازمانبه وزن نهایی۰,۱۲۴ در جایگاه بهتری قرار دارد و شرکت در جایگاه مناسبی از لحاظ دستیابی به اهداف اجرایی خود قرار دارد و می‌تواند با اجرای به موقع سیاست های کنترلی، ریسک های سازمانی را یا خنثی نموده و یا انتقال دهد و در مقایسه با قوت ها و ضعف های درون سازمانی،ضعف های سازمان به وزن نهایی ۰,۸ در رتبه اول قرار دارد که به منظور اصلاح و رفع نقاط ضعف، ضروری است سیاست های مدیریتی متناسب با اهداف کلان سازمان در نظر گرفته شود [۴]. تحلیل ریسک ایمنی ساخت و ساز در واحد توربین هال یک نیروگاه برق بر اساس تکنیک پاپیونی توسط دانشور و همکاران (۱۳۹۸) مورد بررسی قرار گرفت. تحلیل ایمنی ریسک در این مطالعه بر اساس تکنیک پاپیونی و با استفاده از نرمافزار Pro^{TM} Bow Tie صورت گرفت. جهت اثربخشی بیشتر این مطالعه، دو فاز تشریح سیستم و شناسایی خطر قبل از تحلیل ریسک ایمنی طراحی و اجرا گردید. نتایج نشان داد ارتباط بین فعالیت، تهدید و پیامد هر یک از خطرات شناسایی شده نشان دهنده آن بود که بالاترین میزان تهدید مربوط به سیلندرهای تحت فشار، جوشکاری و برشکاری (۸ تهدید شامل :ضربه و صدمات مکانیکی، حرارت و گرما، حمل و نقل، اتصالات ناایمن و معیوب، نگهداری و انبارش سیلندرها، روغن و چربی، نشتی و برگشت شعله) بوده است. بیشترین پیامد مربوط به عملیات باربرداری و جابجایی بار سنگین(سه پیامد آسیب انسانی، آسیب به جرثقیل و بار و آسیب به تأسیسات و تجهیزات)، سیلندرهای تحت فشار و جوشکاری و برشکاری (سه پیامد آسیب انسانی، حریق و انفجار و آسیب به تأسیسات و تجهیزات) بوده است. این محققان همچنین اعلام کردند استفاده از نرم افزار Bow Tie Pro^{TM} یک روش مناسب برای تحلیل ریسک ایمنی در ساخت و ساز نیروگاهی است و تحلیل ریسک ایمنی در واحد توربین هال می‌تواند برای جلوگیری از تهدیدات و کاهش پیامد حوادث مورد توجه قرار گیرد [۵]. تجزیه و تحلیل کمی‌خرابی برای حوادث انفجار و آتش سوزی مرتبط با الکتریسیته ساکن در کشتی های نفتکش تحت رویکرد Bow–tie CREAM فازی مورد بررسی قرار گرفت. این

مطالعه بر موضوع الکتریسیته ساکن تمرکز داشت، که یکی از تهدیدات جدی در کشتی است و در صورت تماس تخلیه با گازهای قابل اشتعال یا مخلوط هوا می‌تواند باعث انفجارهای بزرگ در شرایط خطرناک شود. در نمودار پاپیونی، انفجار ناشی از الکتریسیته ساکن و حادثه آتش سوزی به عنوان رویداد برتر تعیین شد. در نمودار درخت خطا، رویدادهای میانی به عنوان جو قابل اشتعال در یک مخزن، خرابی های عملیاتی، نقص فنی و اقدامات ناایمن که خطاهای مستقیم انسانی را پوشش می‌دهد در نظر گرفته شد. منطق فازی و قابلیت اطمینان شناختی و روش تجزیه و تحلیل خطا Cognitive Reliability and Error Analysis Method(CREAM) برای تجزیه و تحلیل کمی‌شکست استفاده شد. یافته ها نشان داد که مهم‌ترین کمک‌ها به رویداد اصلی عبارتند از مجموعه‌های برش حداقلی از فقدان نظارت بر جو مخزن بار، اقدامات ناکافی برای کاهش سطح O2 در مخزن، عدم درک برگه‌های اطلاعات ایمنی، عدم رعایت رویه ها. این تحقیق کمک قابل توجهی به درک موضوع می‌کند و اطلاعاتی مناسبی در مورد خطرات الکتریسیته ساکن به افسران کشتی، سرپرستان ایمنی نفتکش ها و سایر مقامات دریایی برای بهبود ایمنی عملیات محموله می‌دهد [۶]. در مطالعه دیگری که به منظور استفاده از روش Bow-tie در طراحی ذاتی ایمن تر نسبت به ویروس کرونا و محافظت در برابر آن صورت گرفت، محققان مجموعه ای از عناصر برای توسعه نمودارهای پاپیون برای گروه ها و سناریوهای گیرنده خاص در نوا اسکوشیا، کانادا استفاده کردند. مرحله همه گیر (At-Peak یا Post-Peak) و تأثیر آن بر سناریوها یا تنظیمات مختلف نیز در این کار مورد توجه قرار گرفت و نمودارهای پاپیونی برای گروه‌های گیرنده متعدد ترسیم شد. عناصر به کار رفته در مدل سازی نمودارهای پاپیونی شامل: یک فرد سالم، یک پیراپزشک و یک مشتری آرایشگاه مبتلا به COVID-19 بود. نتایج نشان داد که چگونه می‌توان از مفاهیم ایمنی فرآیند تحلیل روش Bow-tie و طراحی ذاتاً ایمن تر در کاهش خطر COVID-19 استفاده کرد [۷].

۲. روش‌ها

میدان نفتی یاران شمالی در جنوب غربی ایران –استان خوزستان و در واقع بخش شمالی میدان یاران می‌باشد که در مجاورت مرز ایران و عراق و در غرب میدان آزادگان شمالی واقع است. میانگین طول و عرض محدوده قراردادی تحت پوشش این میدان به ترتیب ۲۴ و ۹/۲ کیلومتر می‌باشد که محدوده‌ای به مساحت حدودی ۶۰ کیلومتر مربع را در بر می‌گیرد. این میدان به دلیل قرار داشتن در بخش زنده تالاب و همچنین به دلیل هم مرز بودن با عراق از لحاظ اکولوژیکی و سیاسی در منطقه حائز اهمیت است. بر اساس اطلاعات بدست آمده، نفت درجای میدان در حدود ۱ میلیارد بشکه و نفت قابل استحصال آن ۵۰ میلیون بشکه تخمین زده شده است. نفت این میدان از نوع نفت سنگین با درجه API 20 می‌باشد. طرح توسعه این میدان با هدف تولید روزانه ۳۰ هزار بشکه نفت خام از لایه سروک از طریق حفر ۲۰ حلقه چاه به پایان رسیده است. نفت تولیدی میدان در حال حاضر حدود ۱۵ هزار بشکه در روز می‌باشد. در این پژوهش ابتدا خطرات ناشی از وجود گودال‌های آتش میدان نفتی یاران شمالی شناسایی شد، سپس خطرات وجود چاله‌های آتش به روش Bow-tie تجزیه و تحلیل گردید. خطرات در مرکز نمودار Bow-tie، علل بروز خطرات و موانع بروز خطرات در سمت چپ، و پیامد خطرات چاله‌های آتش و اقدامات کنترلی در سمت راست نمودار Bow-tie وارد شده و در نهایت برای تجزیه و تحلیل علل وقوع خطرات از روش آنالیز Bow-tie استفاده می‌گردد. در ادامه روش کار توضیح داده می‌شود.

گام اول: شناخت کامل واحد مورد مطالعه (میدان نفتی یاران شمالی): در این مرحله تمام اطلاعات فرایندی مورد نظر جهت شناسایی و ارزیابی ریسک های بهداشت، ایمنی و محیط زیست جمع آوری گردید که شامل موقعیت جغرافیایی، نقشه‌های فرایندی و رویه‌های عملیاتی واحد، خواص فیزیکی و شیمیایی مواد موجود در واحد می‌باشد.

گام دوم: شناسایی خطرات: در این مرحله با مشاهده، مصاحبه حضوری، بایگانی‌های اداره کل حفاظت محیط زیست استان خوزستان و مدیریت HSE میدان نفتی یاران شمالی، بررسی گزارش حوادث فردی و فرایندی به وقوع پیوسته در واحد مورد مطالعه، برگزاری جلساتی با حضور خبرگان، اجزاء فرایند، فعالیت های اصلی واحد و خطرات مرتبط با هر فرایند و فعالیت

شناسایی گردید. خطرات شناسایی شده آنالیز، رتبه بندی و سطح ریسک آن‌ها تعیین گردید. این مرحله از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد؛ زیرا عدم شناسایی مخاطرات بالقوه به معنی نادیده گرفتن پیامدها و اثرات آن می‌باشد.

گام سوم: تعیین رویداد اصلی، در این مرحله با در نظر گرفتن ضرورت و نیاز چاله‌های آتش و گستره پیامدهای ناشی از وقوع از جنبه ایمنی، بهداشتی، زیست محیطی، و همچنین نظرات متخصصین حاضر در جلسات برگزار شده، از میان خطرات با سطح ریسک بالا، نه خطر در قسمت های پرمخاطره واحد به عنوان رویداد اصلی جهت اجرای روش Bow- tie در نظر گرفته شد.

گام چهارم: فرایند اجرای روشBow tie: به چهار بخش اصلی شناسایی، ارزیابی، کنترل و بازیابی تقسیم می‌شود. پس از تعیین رویدادهای اصلی به عنوان ورودی نرم افزارBow- tie جهت هر رویداد مراحل زیر به ترتیب انجام گردید:

۱- شناسایی تهدید ها: این فرایند تا تعیین تمامی‌تهدیدهای رویداد اصلی ادامه داده شد. برای هر رویداد، یک یا چند تهدید که باعث انتشار خطر اصلی می‌گردد مشخص شد.

۲- شناسایی کنترل ها: دراین مرحله تمامی‌کنترل هایی که جهت هر تهدید و پیامد وجود داشت، مشخص گردید و فرد یا گروهی که مسئولیت انجام و پیگیری کنترل را برعهده دارد تعیین شد.

۳- شناسایی عوامل تشدید کننده در شکست کنترل ها: ممکن است هریک از کنترل ها به دلایل مختلف با شکست مواجه گردد. در این قسمت تمامی‌عوامل شکست کنترل ها مشخص گردید که ممکن است یک یا چند عامل شکست جهت هر کنترل وجود داشته باشد. در واقع عوامل تشدید کننده با شکست کنترل ها منجر به بالارفتن سطح ریسک می‌گردند.

۴- شناسایی پیامد ها: در این مرحله تمامی‌پیامدهای مرتبط یا رویداد اصلی که در اثر وجود هر تهدید ایجاد می‌شود شناسایی گردید. هر تهدید ممکن است یک یا چند پیامد داشته باشد.

۵- شناسایی اقدامات بازیابی: در این مرحله نسبت به شناسایی اقدامات بازیابی به منظور کاهش اثرات هر پیامد اقدام شد و برای هر پیامدیک یا چند اقدام بازیابی و فرد یا گروهی که مسئولیت انجام یا پیگیری آن را بر عهده دارند، مشخص گردید.

۶- شناسایی شکست اقدامات بازیابی: هر یک از اقدامات بازیابی شناسایی شده ممکن است به دلایل مختلف با شکست مواجه گردند که در این مرحله تمامی‌عوامل شکست مشخص گردید. هر اقدام بازیابی ممکن است یک یا چند عامل شکست داشته باشد.

۷- شناسایی کنترل شکست اقدامات بازیابی: در این مرحله جهت هر کدام از عوامل شکست اقدامات بازیابی، یک یا چند کنترل مشخص گردید .فرد یا گروهی که مسئولیت انجام یا پیگیری کنترل های ثانویه را بر عهده دارند نیز تعیین شدند.

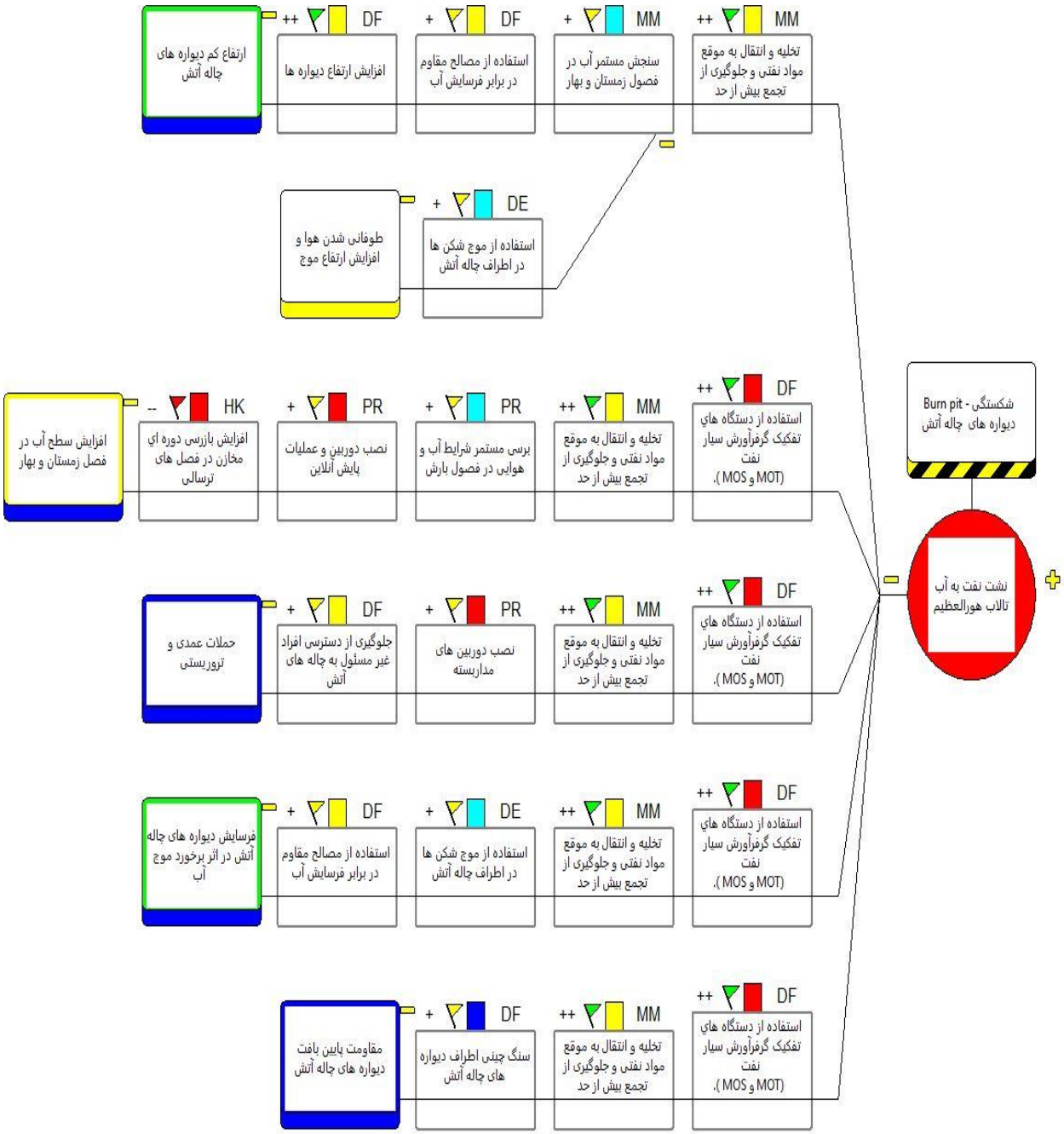
۸- ورود تمامی‌موارد فوق در نرم افزارBow-Tie Pro ™ و ترسیم نمودارها.

۲.نتایج و بحث

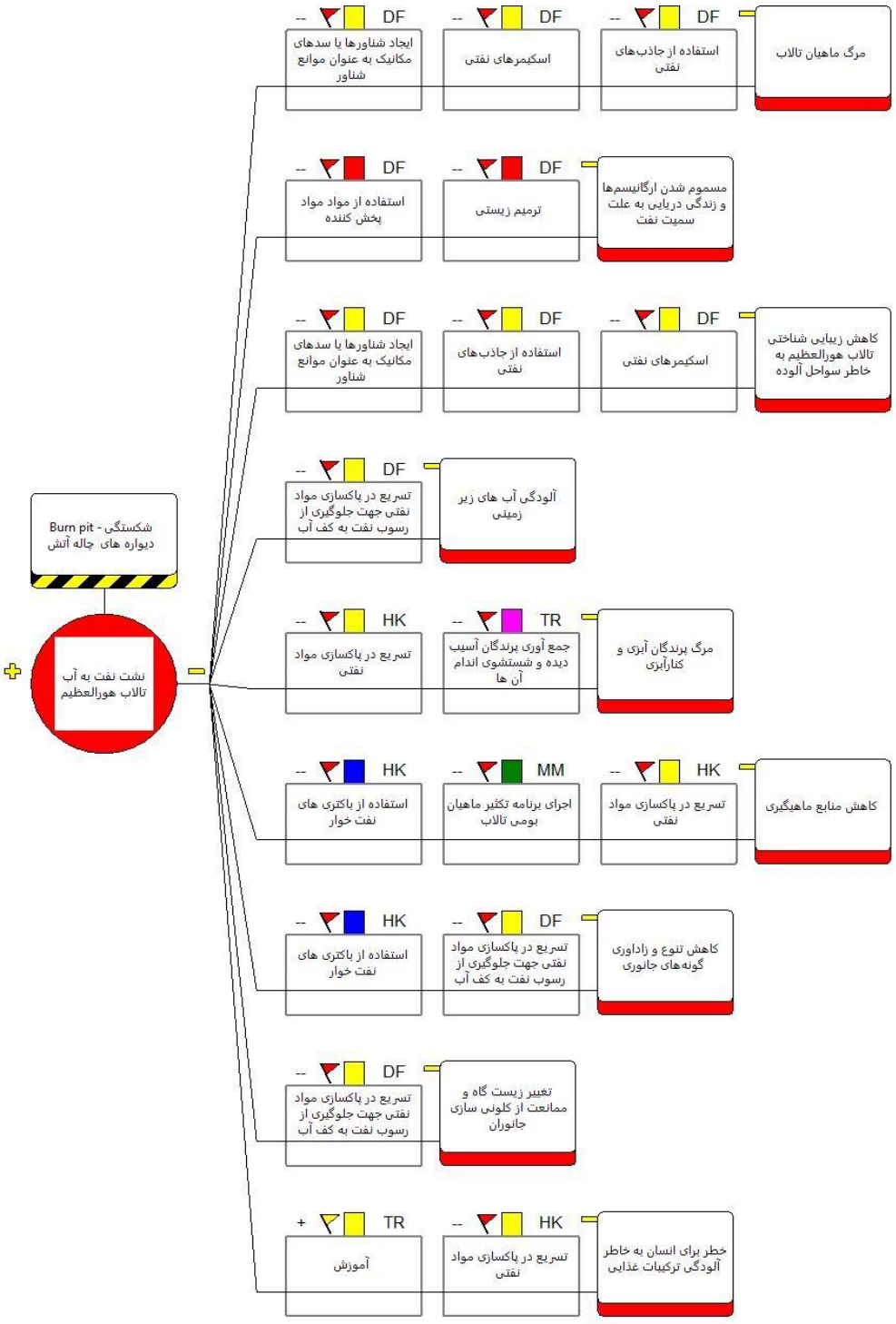
در نمودار پاپیونی به خوبی تهدیدات، پیامدها، اقدامات پیشگیرانه و اقدامات کاهش دهنده پیامد آمده است. مهم‌ترین منابع خطر شناسایی شده شامل شکستگی دیواره‌های چاله‌های آتش، آتش سوزی و فرود آمدن پرندگان آبزی و کنار آبزی در چاله‌های آتش بودند.

شکستگی دیواره‌های چاله‌های آتش: مهم‌ترین تهدیدات شناسایی شده که موجب شکستگی دیواره چاله‌های آتش و نشت نفت به تالاب می‌شوند شامل کوتاه بودن دیواره‌های چاله آتش، افزایش سطح آب تالاب در فصل های زمستان و بهار، اقدامات خرابکارانه و تروریستی، فرسایش دیواره‌های چاله آتش در اثر برخورد موج های آب، خاکی بودن و مقاومت پایین دیواره‌های

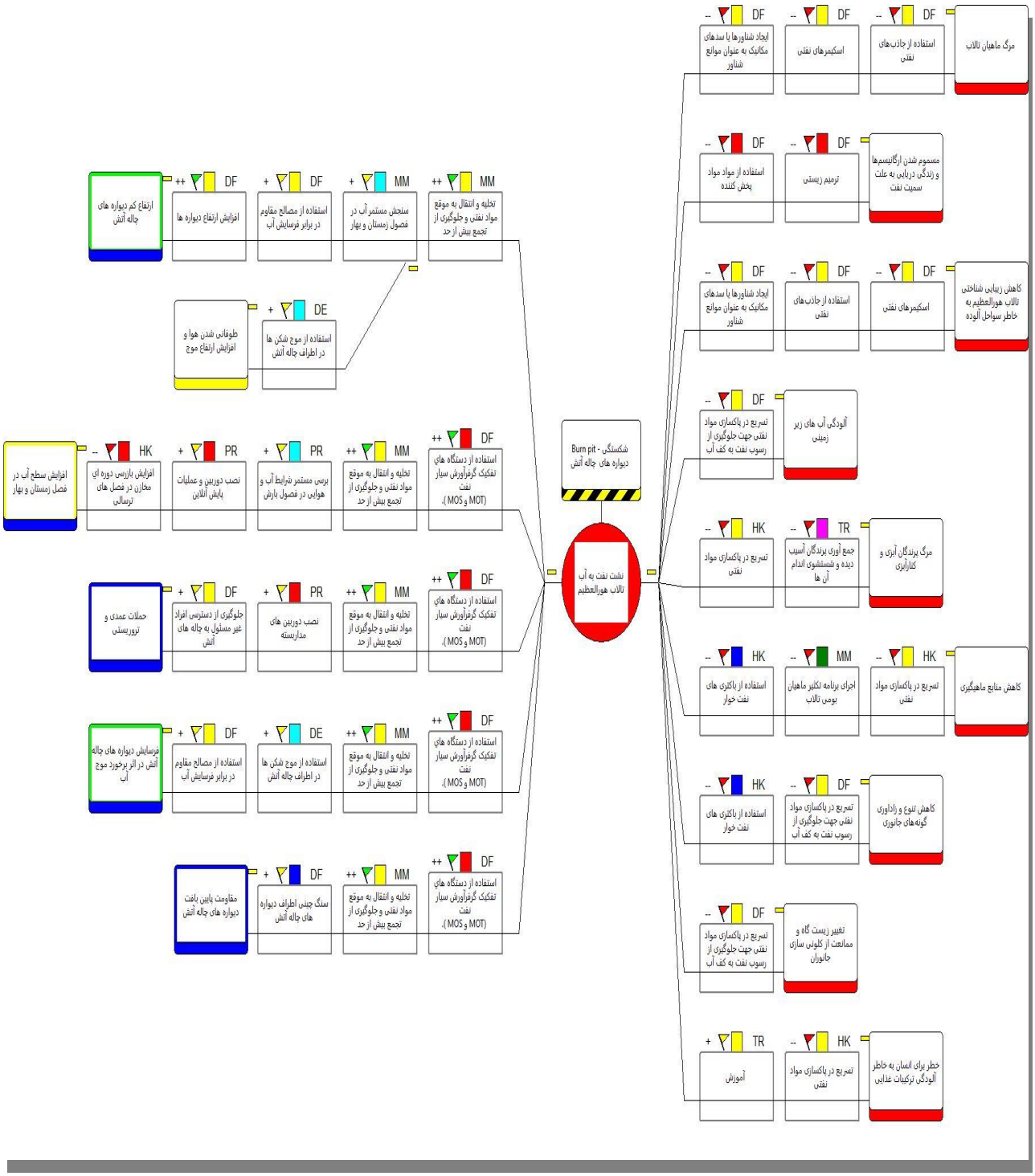
چاله‌های آتش می‌باشند شکل (۱). مهم‌ترین پیامدهای نشت نفت چاله‌های آتش میدان نفتی یاران شمالی به آب تالاب هورالعظیم شامل مرگ ماهیان و سایر جانداران آبزی، کاهش زیباشناختی تالاب به دلیل سواحل آلوده، آلودگی آب‌های زیر زمینی، مرگ پرندگان آبزی و کنار آبزی، کاهش منابع ماهیگیری، کاهش تنوع و زادآوری گونه‌های جانوری، تغییر زیست گاه و ممانعت از کلونی سازی جانوری و تهدیدات انسانی به دلیل آلودگی محصولات غذایی شناسایی شدند (شکل ۲). اقدامات پیشگیرانه و کاهش دهنده پیامدهای حاصل از نشت نفت در شکل ۳ آمده است.



شکل۱- بخش اول نمودار پاپیونی، تهدیدات و موانع کنترلی نشت نفت به آب تالاب هورالعظیم



شکل۲- بخش دوم نمودار پاپیونی، رویدادها و موانع کاهش دهنده نشت نفت به آب تالاب هورالعظیم

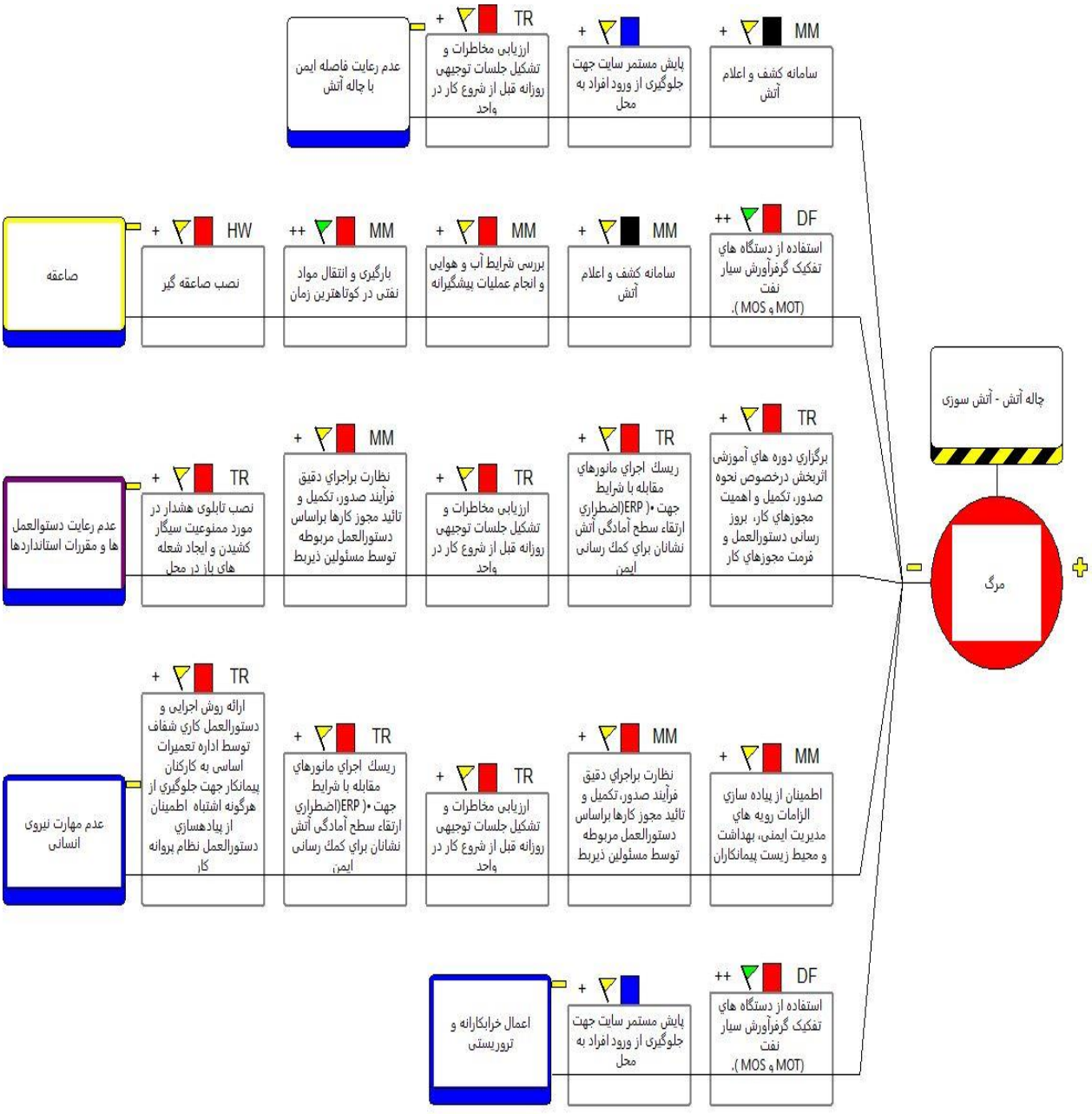


شکل۳- نمودار کامل پاپیونی، نشت نفت به آب تالاب هورالعظیم

آتش سوزی در چاله آتش:

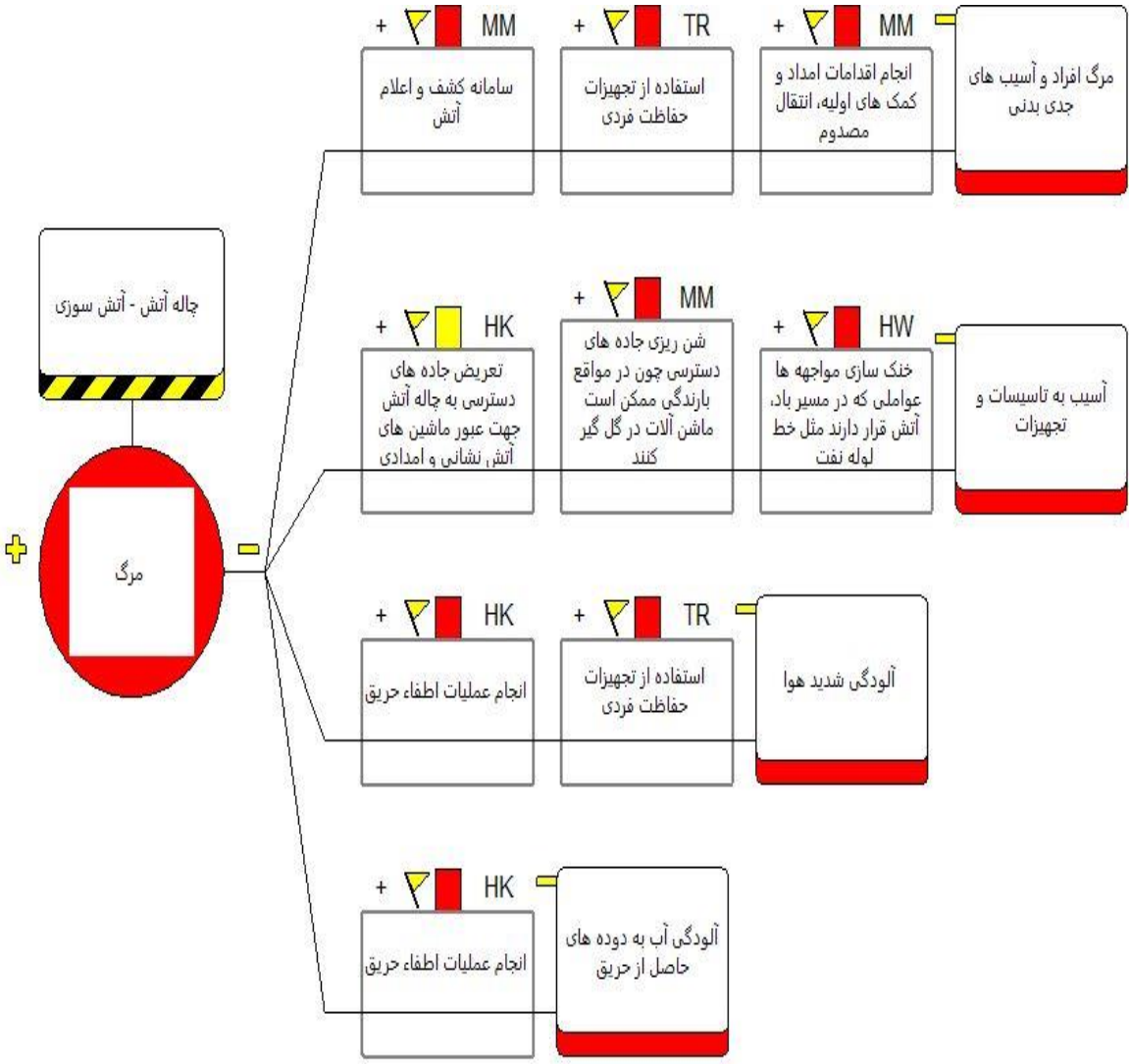
مهم‌ترین تهدیدات شناسایی شده در وقوع آتش سوزی چاله‌های آتش میدان نفتی یاران شمالی شامل صاعقه، عدم رعایت دستورالعمل ها و مقررات استانداردها، عدم مهارت نیروی انسانی، عدم رعایت فاصله ایمن با چاله آتش و اعمال

خرابکارانه و تروریستی می‌باشند. نصب تابلوی هشدار در مورد ممنوعیت سیگار کشیدن و ایجاد شعله‌های باز در محل چاله‌های آتش، ضدحریق نمودن سازه‌های نزدیک به چاله‌های آتش، براساس استاندارد API2218، استقرار یک سیستم مدیریت تغییرات جامع و بررسی مجدد تغییرات عمده، برگزاری دوره های آموزشی براساس استانداردهای آموزشی، استقرار تجهیزات اطفاء حریق متناسب با استانداردهایNFPA15 وAPI2030 ، اجرای مانورهای مختلف و بررسی میزان اثربخشی آن‌ها، بررسی و ریشه یابی حوادث گذشته و برگزاری دوره آموزشی برای آگاهی پرسنل، رعایت دستورالعمل های ایمنی در مواقع تست چاه‌های نفت، زون بندی نواحی خطر و نصب سیستم کاشف گاز و حریق در محل چاله‌های آتش، بررسی فرهنگ ایمنی و ارائه راه حل برای ارتقا فرهنگ ایمنی، ارزیابی مخاطرات و تشکیل جلسات توجیهی روزانه قبل از شروع کار در محل چاله‌های آتش، از موانع کنترلی شناسایی شده در نمودار پاپیونی می‌باشند (شکل ۴).

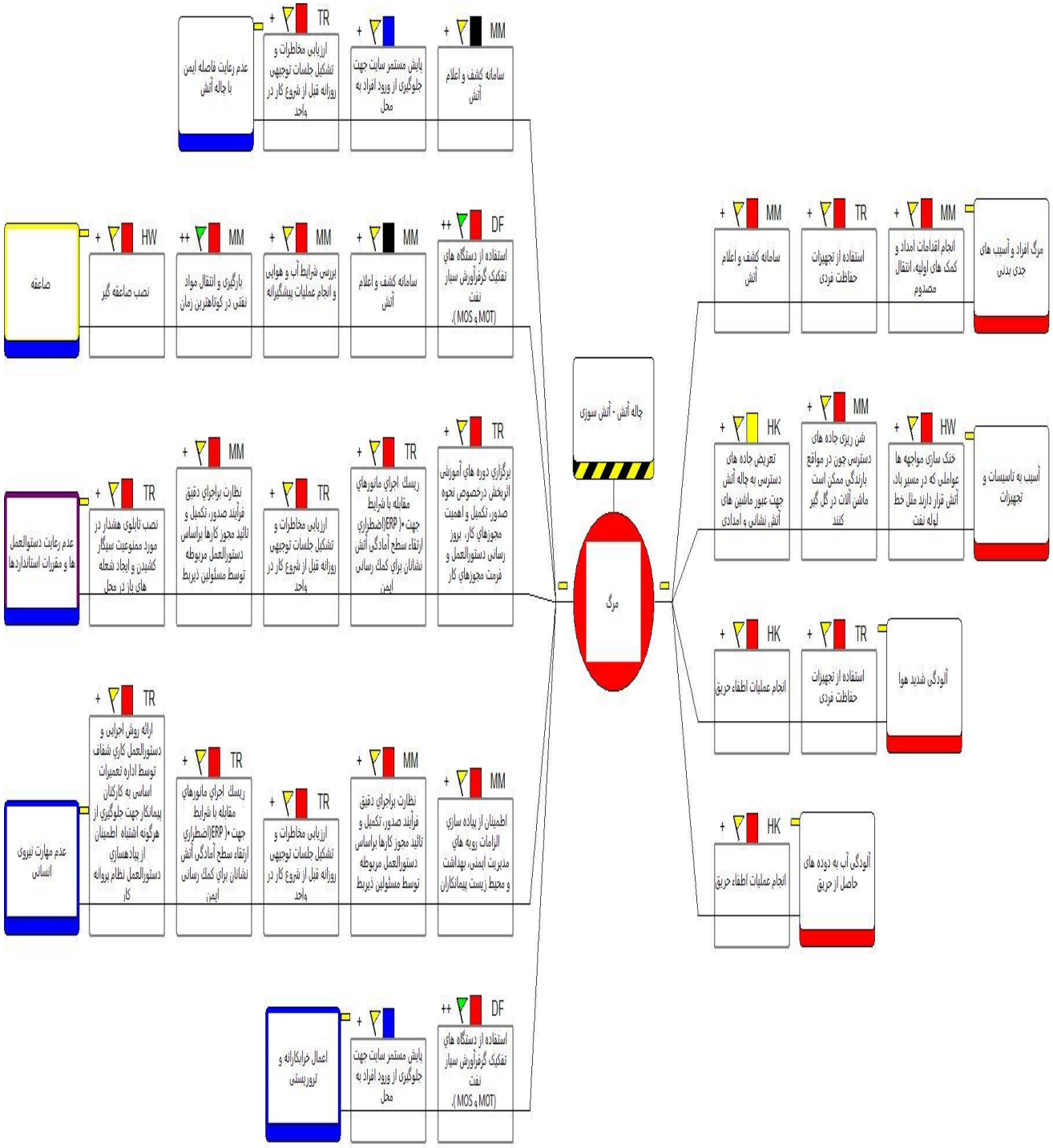


شکل۴- بخش اول نمودار پاپیونی، تهدیدات و موانع کنترلی آتش سوزی چاله‌های آتش

بر اساس نمودار حاصل از روش ارزیابی ریسک Bow-tie (شکل ۵) رویدادهای شناسایی شده شامل مرگ افراد و آسیب‌های جدی بدنی، آسیب به تاسیسات و تجهیزات، آلودگی شدید هوا و آلودگی آب به دوده‌های حاصل از حریق می‌باشند. در سمت چپ نمودار پاپیونی موانع کاهش دهنده اثرات رویدادهای شناسایی آمده است. این موانع عبارتند از استفاده از تجهیزات حفاظت فردی، انجام اقدامات امداد و کمک های اولیه و انتقال مصدوم، شن ریزی جاده‌های دسترسی به چاله‌های آتش در روزهای بارانی، خنک سازی مواجهه‌ها و عواملی که در مسیر باد و آتش قرار دارند و انجام عملیات اطفاء حریق (شکل۶).



شکل۵- بخش دوم نمودار پاپیونی، پیامدها و موانع کاهش دهنده آتش سوزی چاله‌های آتش

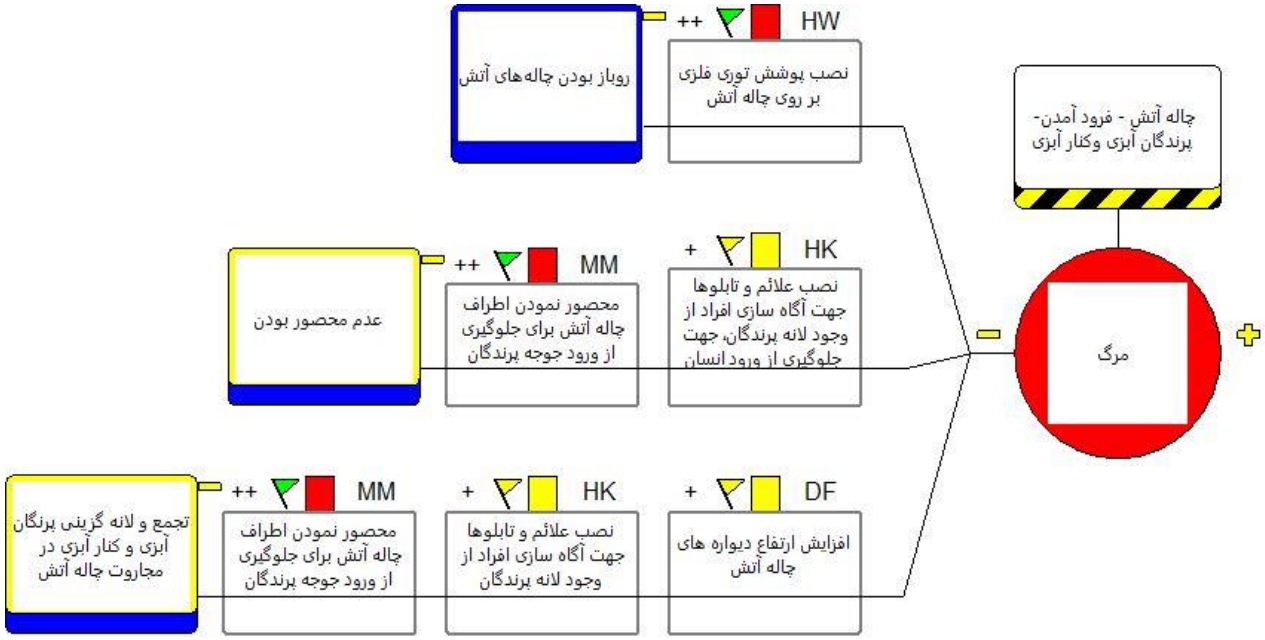


شکل۶- نمودار کامل پاپیونی، آتش سوزی چاله‌های آتش

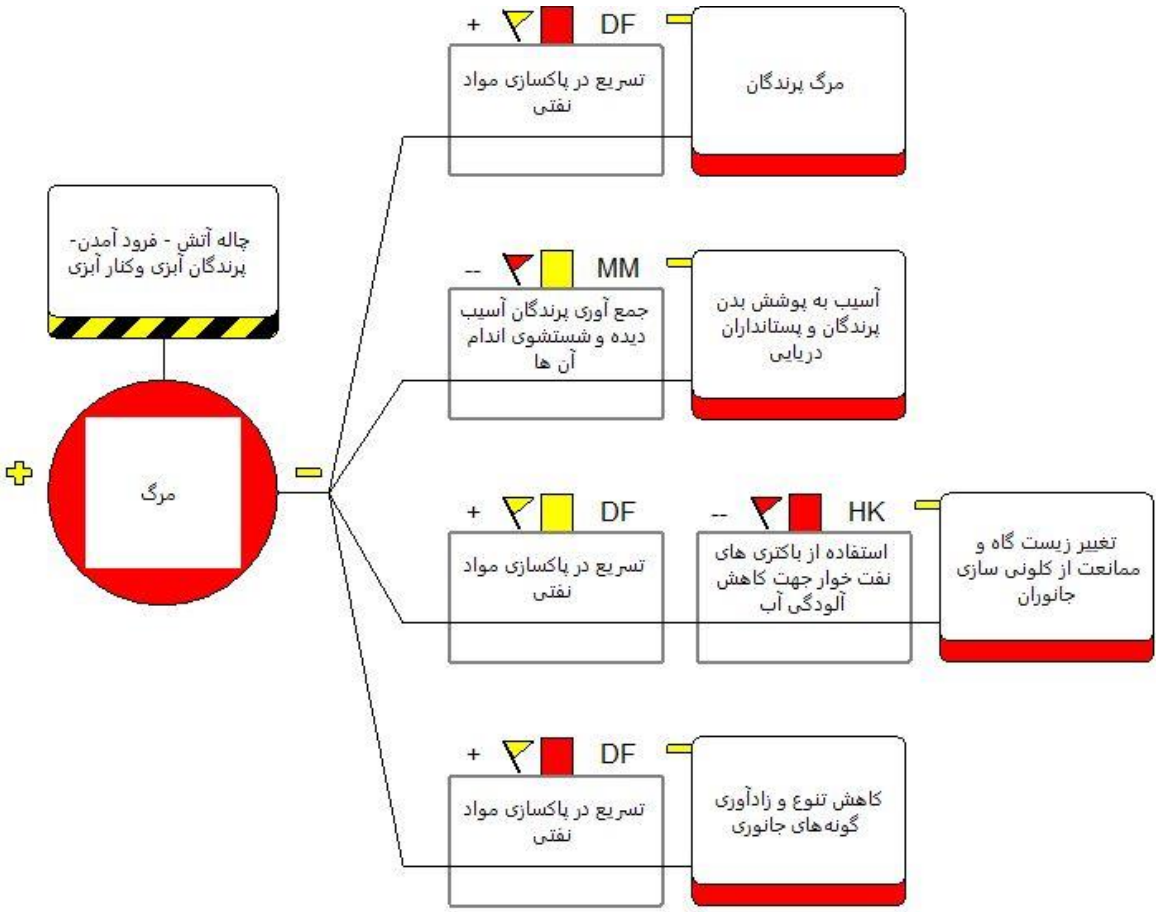
فرود آمدن پرندگان آبزی و کنارآبزی در مواد نفتی:

پرندگان مهاجر و بومی‌در شب‌ها به دلیل عدم تشخیص مواد نفتی موجود در چاله‌های آتش در آن فرود می‌آیند که موجب مرگ آن‌ها می‌شود. علاوه بر این برخی از پرندگان نیز که به صورت سطحی و محدود به مواد نفتی آغشته می‌شوند به دلیل بوی نفت قادر به شناسایی جوجه‌های خود در کلونی نمی‌باشند و باعث مرگ آن‌ها می‌شوند. همچنین پرنده‌های آغشته

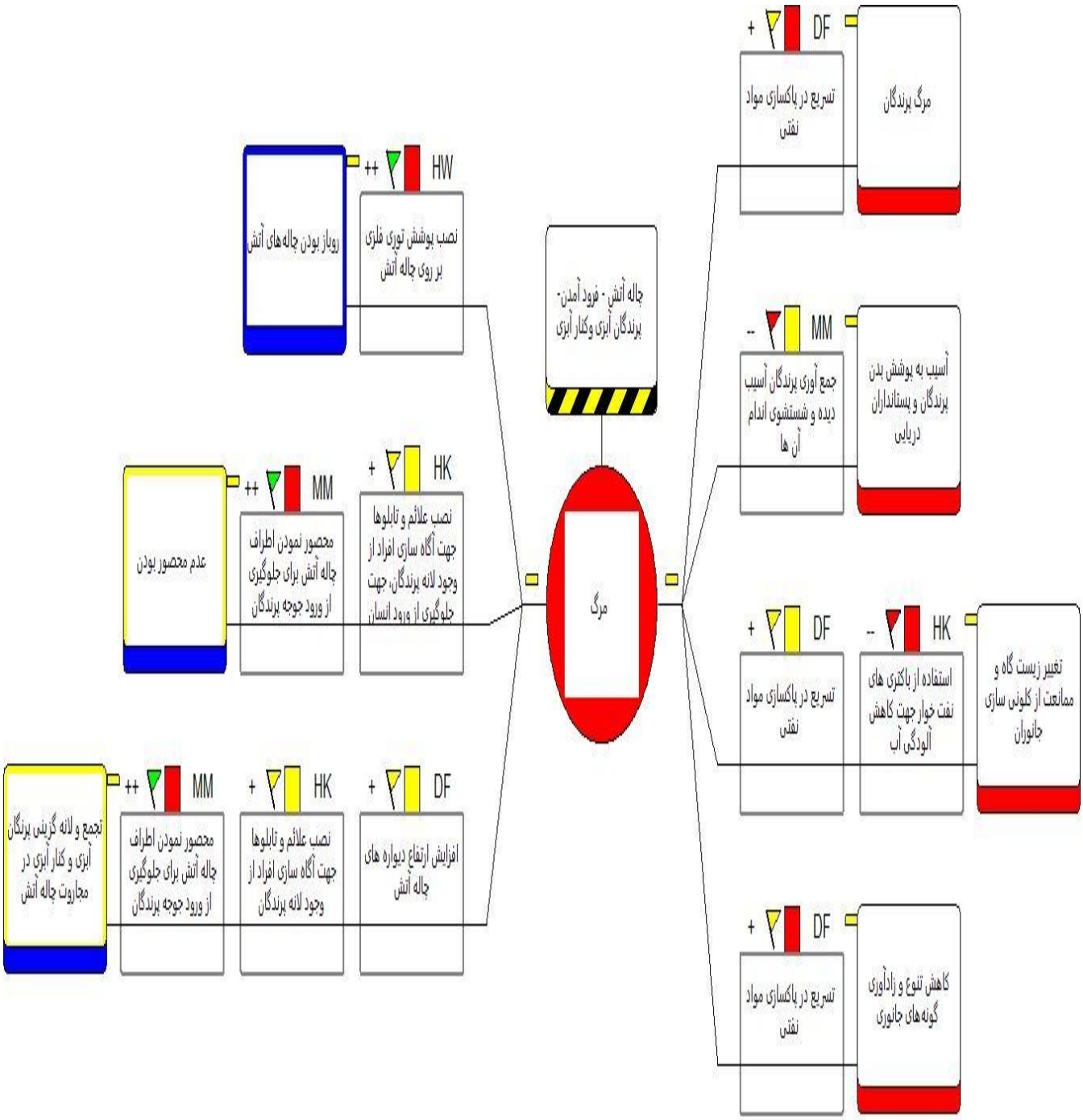
به نفت در صورت تخم‌گذاری احتمال پایین آمدن درصد جوجه آروی آن‌ها نیز به دلیل بسته شدن روزنه‌های سطح پوسته خارجی تخم و جلوگیری از اکسیژن رسانی به جنین، کاهش می‌یابد. در صورت نشت نفت به آب تالاب هورالعظیم، میکروب‌های تجزیه کننده مواد نفتی فعال تر شده و در نتیجه میزان اکسیژن محلول کاهش می‌یابد. کاهش اکسیژن محلول اکسیژن رسانی به بافت‌های آبزیان را تحت الشعاع قرار داده که این خود ناهماهنگی و عدم تعادل و بروز آسیب‌های جدی به آبزی را به همراه دارد. بر اساس ارزیابی ریسک به روش پاپیونی عمده‌ترین تهدیدات شناسایی شده روباز بودن چاله‌های آتش، عدم محصور بودن و تجمع و لانه گزینی پرندگان آبزی و کنارآبزی در مجاورت چاله‌های آتش می‌باشند. انواع کبوترهای دریایی، انواع کاکایی و انواع پرستوهای دریایی در مسیرهای دسترسی به چاله‌های آتش تخم گذاری می‌کنند، در مواقع تفریخ تخم ها و مراحل جوجه آوری احتمال مرگ جوجه ها به دلیل وارد شدن به مواد نفتی بسیار زیاد است، با محصور نمودن اطراف چاله‌های آتش از ورود جوجه ها جلوگیری می‌شود. نصب علائم و تابلوها جهت آگاه سازی افراد از وجود لانه پرندگان جهت جلوگیری از ورود افراد، افزایش ارتفاع دیواره‌های چاله‌های آتش و نصب پوشش توری فلزی بر روی چاله ها از دیگر اقدامات کنترلی و پیشگیرانه می‌باشند (نمودار ۷). مرگ پرندگان، آسیب به پوشش بدن پرندگان و پستانداران دریایی، تغییر زیستگاه و ممانعت از کلونی سازی جانوران و کاهش تنوع و زادآوری گونه‌های جانوری از رویدادهای شناسایی شده می‌باشند (شکل ۸). دیاگرام پاپیونی فرودآمدن پرندگان در چاله‌های آتش در شکل ۹ آمده است.



شکل۷- بخش اول نمودار پاپیونی، تهدیدات و موانع کنترلی فرودآمدن پرندگان در چاله‌های آتش



شکل۷- بخش دوم نمودار پاپیونی، پیامدها و موانع کاهش دهنده فرودآمدن پرندگان در چاله‌های آتش



شکل۷- نمودار کامل پاپیونی، فرودآمدن پرندگان در چاله‌های آتش

با توجه به اهمیت ویژه ریسک ایمنی در فعالیت‌های نفتی در میدان یاران شمالی به دلایل فنی، مدیریتی، پروژه‌ای، اقتصادی و انسانی، شناسایی تمامی منابع خطر ایمنی و تحلیل ریسک آن‌ها بسیار ضرورت دارد. بکار گیری روش Bow-tie مطالعه حاضر نشان داد که درک خطر و مدیریت پیامدها با استفاده از این تکنیک تحلیل ریسک، ساده تر و دقیق‌تر است. از سوی دیگر، نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که با وجود هم‌پوشانی در برخی از موارد، هر یک از ۳ منبع خطر شناسایی شده دارای تهدیدات و

پیامدهای متفاوتی هستند. ارتباط این زنجیره بر اساس فرایند بالفعل شدن خطرات و حوادث به وقوع پیوسته، بر نقش مهم این تحلیل تأکید می‌نماید. هم‌راستا با نتایج این پژوهش، یافته‌های مطالعات محمدفام و همکاران نشان دادند که ریسک ایمنی و شاخص‌های مرتبط با آن یکی از عوامل بسیار مهم در صنایع می‌باشد. همچنین یافته‌های این مطالعه حاکی از آن بودند که استفاده از تکنیک Bow-tie در تحلیل، واکاوی و اولویت بندی منابع خطر برای اقدامات مدیریتی و کنترلی ایمنی مانند پیشگیری و محدودسازی منابع خطر، بسیار حائز اهمیت بوده و دارای جایگاه مهمی می‌باشد. حیرانی و بقایی (۱۳۹۴) نیز در ارزیابی ریسک خطوط لوله انتقال نفت و گاز با استفاده از روشBow-tie نشان دادند که استفاده از این مدل منجر به رفع نقص های درخت خطا و درخت واقعه می‌شود [۸].

محققان نتیجه گرفتند که روشBow-tie می‌تواند ساختاری با رویکرد شناسایی خطرات و موانع ایمنی، کنترل نقاط قوت و نظارت مؤثرتر به منظور جلوگیری از موانع را فراهم کرده، همچنین این روش می‌تواند تسهیل کننده شناسایی انواع اقدامات حفاظتی برای ارتقا مدیریت ایمنی نیز باشد [۹]. به‌طور کلی، نتایج این مطالعه بیانگر آن بودند که منابع خطر و ریسک ایمنی ناشی از آن در مدیریت چاله‌های آتش، نیازمند به‌کارگیری تحلیل نظام‌مند و توسعه تحلیل علی بر مبنای ارتباط تهدید -پیامد می‌باشد و استفاده از تکنیک پاپیونی در این موضوع می‌تواند به عنوان یکی از موارد راهگشا مطرح باشد. شناسایی ۳ منبع خطر، تحلیل تهدیدها و پیامدها و ترسیم نمودار پاپیونی برای هر یک از این منابع بیانگر اهمیت توجه تفصیلی به منابع خطر، تهدیدات و پیامدهای ناشی از آن و ارائه راهکارهای کنترلی پیشگیرانه و محدودکننده خطر می‌باشد.

به‌طور کلی و با توجه به بررسی‌های انجام شده می‌توان گفت اثرات مخرب نشت نفت در تالاب هورالعظیم از دو راه می‌باشد: ۱- تأثیر بر انسان، آتش سوزی ناشی از نفت و به تبع آن آلودگی هوا و ایجاد ناراحتی تنفسی در انسان- آلودگی منابع آب آشامیدنی- تأثیر بر صنعت گردشگری و صنایع استخراج منابع تالاب (ماهیگیری، پرورش گاو میش و دامداری و...)

۲- اثر بر روی محیط زیست- این تأثیر ناشی از خود نفت بوده و بستگی به مقدار نفت ندارد بلکه زمان و محیط است که بر خسارات و آسیب وارده اثر زیادی دارد. به علت سمیت نفت فرآیندهای پاکسازی مثل فرآیند اشتعال، جاذب‌های مکانیکی هم به نوبه خود باعث آسیب به محیط زیست می‌شوند و بر اکوسیستم‌های ساحلی تأثیر مخربی دارند. نفت خام یک ماده خالص نبوده و انواع هیدروکربن‌ها و مواد سمی‌از جمله بنزین، تولوئن و زایلن و انواع ترکیبات گوگردی در آن وجود دارند که تفاوت‌های فیزیکی و شیمیایی مختلفی دارند. هیدروکربن‌های سبک‌تر سریعا تبخیر شده و باعث آلودگی هوا می‌شوند. برخی از هیدروکربن‌ها به صورت ذرات معلق به حالت شناور روی آب تالاب باقی مانده و ماهیان با خوردن آن‌ها مسموم می‌شوند. نشت نفت و به تبع آن آلودگی نفتی باعث کاهش توانایی عایق بندی پرهای پرندگان و خز پستانداران، آسیب پذیری آن‌ها در برابر نوسانات دمایی شده و خیلی از نوزادانی که از طریق بوی مادرانشان آن‌ها را تشخیص می‌دهند به خاطر بوی قوی‌ای که نفت دارد قادر به انجام این کار نبوده و در نتیجه گرسنه مانده و نهایتاً می‌میرند. برخی دیگر جذب پوست جانوران آبزی می‌شوند، برخی از آن‌ها در کف آب رسوب کرده و به موجوداتی که در کف دریا زندگی می‌کنند، آسیب می‌زنند. برخی از آن‌ها به شکل یک لایه نازک روی سطح آب تالاب را می‌پوشانند و از نفوذ خورشید به آب تالاب ممانعت می‌کنند. برخی هم با جریان آب، باد به سمت ساحل رفته و باعث آلودگی سواحل می‌شوند. به‌طور کلی انتشار نفت در آب تالاب از ۳ طریق فیزیکی و شیمیایی (تبخیر، گسترش، امولسیون، فساد، ته نشینی و...) و بیولوژیکی (تجزیه مواد نفتی به وسیله میکروارگانیسم ها، تبدیل به دی اکسید کربن و...) بر محیط آبی تأثیر می‌گذارد. نفت بعد از انتشار در تالاب هورالعظیم با گذشت زمان شروع به تجزیه می‌کند و یک سری فرایندهای شیمیایی و فیزیکی باعث تغییر ترکیبات موجود در نفت می‌شوند. برخی از مواد با تراکم بالا ته نشین شده و برخی دیگر به علت باد، موج و جریان آب در آب پخش می‌شوند. بعد از این مرحله تبخیر و تجزیه اتفاق می‌افتد که در طی آن هیدروکربن‌های نفتی تبخیر می‌شوند و این عمل باعث افزایش تراکم، جنبش و ویسکوزیته نفت می‌شود و بعد از این مرحله فتواکسیداسیون رخ می‌دهد یعنی هیدروکربن‌های نفتی در اثر نور خورشید به ترکیبات هیدروکسی از جمله آلدئید، کتون و نهایتاً به اسید کربوکسیل تبدیل می‌شوند. بر اثر این فرآیند حلالیت نفت تغییر می‌یابد [۹].

۳. نتیجه‌گیری

Bow-tie از موثر و نوین ترین روش های تجزیه و تحلیل علل وقوع خطرات به شمار می‌رود. روش پاپیونی با ترکیب رویکرد آینده‌نگر و گذشته نگر قادر به شناسایی علل، اشتباهات، اقدامات پیشگیرانه، بهبودی و پیامدهای آن در یک مدل است در نتیجه با استفاده از مدل Bow-tie می‌توان عوامل موجود در وقوع خطرات وجود چاله‌های آتش را شناسایی و درصدد راهی برای جلوگیری از وقوع رویدادهای ناگوار باشیم و در صورت وقوع راهکارهایی برای کاهش اثرات پیامدها باشیم. در نتیجه مدل Bow-tie باعث کاهش خطرات و در صورت وقوع خطرات باعث جلوگیری از پیامد های حاصل از خطرات چاله‌های آتش می شود.

۱۲. مراجع

۱. Trbojevic, D.V.M. (1999), “The Use of Risk Assessment to Improve Safety Management Systems in Ports. Journal of The Dock and HarbourAuthority., EQE International Ltd. 79, Nos. pp 889-892.

۲. خدادادیان، م. گودرزی، ب. و شادروان، آ. (۱۳۸۹)، "معرفی طراحی جدید مدیریت و بازیافت پسماند در حفاری چاههای نفت و گاز، " مجموعه مقالات اولین همایش مدیریت پساب و پسماند در صنایع نفت و انرژی، تهران، ۱ – ۲ دی ماه .

۳. کاظمی، م. عباسی، ع. کاظمی، م. جمشیدزاده، ن. و رشیدی، م. (۱۴۰۰)، "شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک بخش‌های مختلف پالایشگاه گاز ایلام با استفاده از رویکرد تلفیقی روش‌های Bow-tieو FMEA،" مجله علمی‌دانشگاه علوم پزشکی ایلام، دوره ۲۰، شماره ۲، صفحه ۹- ۱.

۴. قاعده‌شرف، ز. و جباری، م. (۱۳۹۹)، "شناسایی خطرات و ارائه برنامه مدیریت ریسک HSE در واحد مجتمع اوره پتروشیمی‌شیراز با استفاده از روش Bow tleو Swot-ANP، " فصلنامه بهداشت و ایمنی کار، جلد ۱۰، شماره ۱، صفحه ۵۵- ۴۵.

۵. دانشور م، سلطان زاده ه، محمدی ح و سلطان زاده ع. ۱۳۹۸. "تحلیل ریسک ایمنی ساخت و ساز در واحد توربین هال یک نیروگاه برق بر اساس تکنیک پاپیونی،" مجله تحقیقات نظام سلامت. دوره ۱۵، شماره۲. صفحه ۱۰۶- ۹۹.

۶. Elidolu, G., Akyuz E., Arslan O. and Arslanoğlu, Y. (2022), “Quantitative failure analysis for static electricity-related explosion and fire accidents on tanker vessels under fuzzy bow-tie CREA Mapproach,” Engineering Failure Analysis, Vol 131.https: //doi.org/10.1016/j. engfailanal. 2021.105917.

7.Brown R., Berkel P., Faisal I. and Amyottea, P.(2021), “Application of bow tie analysis and inherently safer design to the novel coronavirus hazard,” Process Safety and Environmental Protection, Vol 152 , pp 701-718.

۸. حیرانی پ. و بقایی ع. (۱۳۹۵)، "ارزیابی ریسک خطوط لوله انتقال نفت و گاز بر مبنای روش Bow-tie فازی شده،" فصلنامه بهداشت و ایمنی کار، جلد ۶، شماره۱، صفحه ۷۱- ۶۰.

۹. طاوسی ح. و شاهکویی ا. (۱۳۹۱)، "بررسی تازه ترین روش های حذف آلودگی‌های نفتی از سطح دریا، ششمین همایش ملی مهندسی محیط زیست.